

WAVELENGTH LIGHT ADM DEVICE, OPTICAL SIGNAL FAULT MONITOR SYSTEM USING THE DEVICE AND RING NETWORK

Publication number: JP11055700

Publication date: 1999-02-26

Inventor: SHIMOMURA HIROSHI; TAKESHITA HITOSHI; HENMI NAOYA

Applicant: NIPPON ELECTRIC CO.

Classification:

- International: G02B6/00; H04B10/02; H04B10/08; H04B10/16; H04B10/17; H04J14/00; H04J14/02; H04Q3/52; G02B6/00; H04B10/02; H04B10/08; H04B10/16; H04B10/17; H04J14/00; H04J14/02; H04Q3/52; (IPC1-7): H04Q3/52; G02B6/00; H04B10/02; H04B10/08; H04J14/00; H04J14/02

- European:

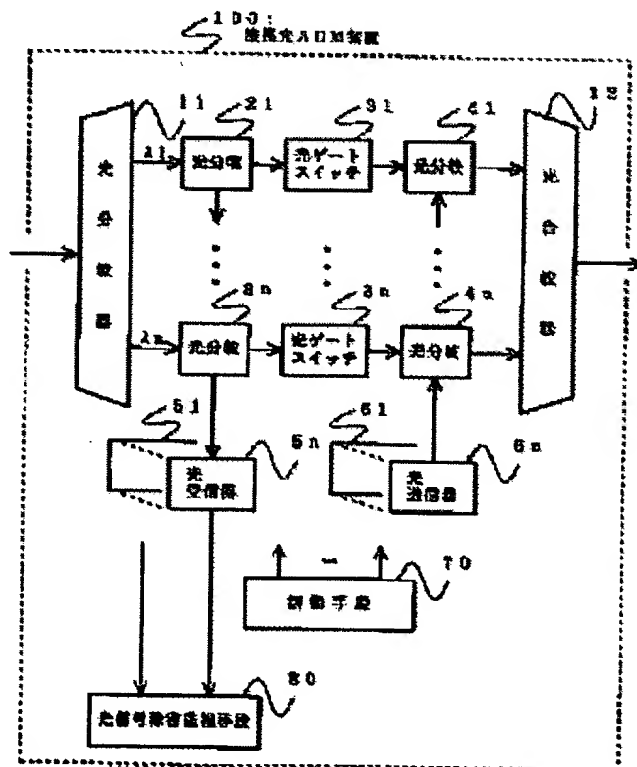
Application number: JP19970210562 19970805

Priority number(s): JP19970210562 19970805

Report a data error here

Abstract of JP11055700

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the hardware amount per a transmission optical signal speed, to reduce the cost and to make the scale of the system small. **SOLUTION:** An optical branching device 11 branches a wavelength multiplex light for each wavelength, an optical branch 2n receiving the branched light for each wavelength branches the light to an optical gate switch 3n and an optical receiver 5n, which connects to an optical signal fault monitor means 80. In the case the optical signal fault monitor means 80 detects a wavelength deviation signal OLOW, a signal interrupt signal OLOS or an S/N deterioration signal OSD as a fault detection signal in an optical layer from a light of a wavelength processed by the optical branch 2n, a control means 70 controls an optical gate switch 3n to interrupt passing of the optical signal to send a network fault detection signal AIS-O to a down-stream. Thus, in the case of detecting an optical no signal at the optical receiver 5n, the optical signal fault monitor means 80 recognizes the signal AIS from an upper stream and eliminates the need for any special hardware.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

3/3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-55700

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

C

G 0 2 B 6/00

G 0 2 B 6/00

C

H 0 4 B 10/08

H 0 4 B 9/00

K

H 0 4 J 14/00

E

14/02

T

審査請求 有 請求項の数25 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-210562

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月5日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 下村 博史

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 竹下 仁士

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 逸見 直也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

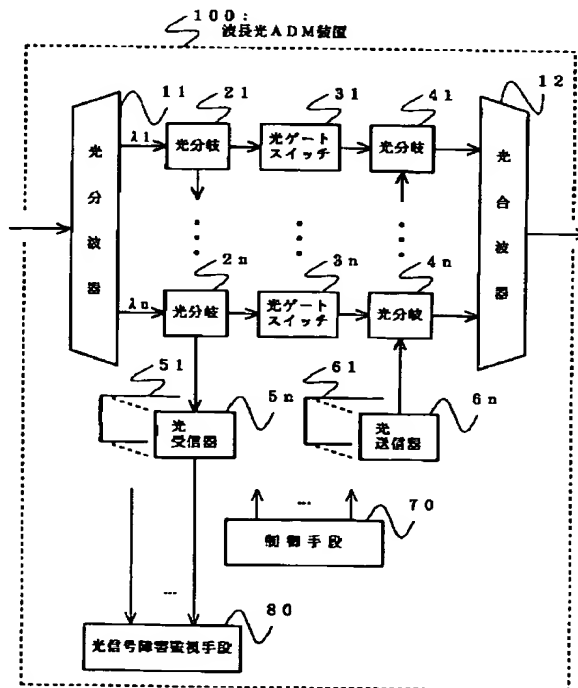
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 波長光ADM装置並びにこの装置を使用した光信号障害監視方式およびリングネットワーク

(57) 【要約】

【課題】 伝送光信号速度あたりのハードウェア量の削減ができ、低コスト化およびシステムの小型化が期待できる。

【解決手段】 光分波器11が波長多重光を各波長毎に分波し分波された各波長毎の光を光分岐2nが光ゲートスイッチ3nと光受信器5nとに分岐し、光受信器5nを介して光信号障害監視手段80を接続する構成を有する。光分岐2nが扱う波長の光から光信号障害監視手段80が光レイヤにおける障害検出信号として波長ずれ信号OLOW、信号遮断信号OLOS、またはS/N比低下信号OSDを検出した際、制御手段70により光ゲートスイッチ3nを制御して光信号の通過を遮断することにより、下流へネットワーク障害検出信号AIS-Oを送出としている。従って、光受信器5nで光の無信号を検出した際、光信号障害監視装置80は上流からのAISを認知でき、特別なハードウェアを不要にする。



FP00-0329
08.7.01
OA

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方の光伝送路から入力された波長多重光を複数の各波長毎に分波する光分波器と、この光分波器の複数の各波長毎の一の光出力に接続される複数の光受信器と、この光受信器それぞれに入力する前記分波器の一の光出力を接続し、光の通過および遮断を制御する複数の光ゲートスイッチと、前記光受信器それぞれに対応し前記波長多重光を構成する一の光出力を有する複数の光送信器と、前記光ゲートスイッチの光出力と前記光送信器の光出力とに接続され他方の光伝送路へ波長多重光を出力する光合波器とを備えることを特徴とする波長光ADM (Add-Drop Multiplex) 装置。

【請求項2】 請求項1に記載の波長光ADM装置において、前記光ゲートスイッチは、少くとも一部がエルビウム添加ファイバアレイ (Erbium Doped Fiber Array : 以後、EDFAと略称する) ゲートであることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項3】 請求項1に記載の波長光ADM装置において、前記光ゲートスイッチは、少くとも一部が半導体光増幅器であることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項4】 一方の光伝送路から波長多重光を入力し、他方の光伝送路へ波長多重光を出力するサーキュレータと接続し、このサーキュレータの入出力から入力する波長多重光を各波長毎に分波した複数の光それぞれを出力する一方、分波された複数の光を入力して波長多重化し前記光サーキュレータの入出力へ出力する光分合波器と、一方でこの光分合波器に接続して波長毎に分離された光それぞれを入出力し、他方で入出力する波長毎に分離された光それぞれを光分岐する第1の光分岐と、この第1の光分岐の一の光出力それぞれを接続する光受信器と、この光受信器それぞれに対応し前記波長多重光を構成する一の光出力それぞれを有する光送信器と、分波された複数の光それぞれに対応し光の通過および遮断を制御する光ゲートスイッチと、分波された複数の光それぞれに対応し、一方で前記第1の光分岐それぞれの光入出力に接続し、他方で前記光ゲートスイッチの一方に接続して光を入出力し、かつ前記光送信器から光を入力する第2の光分岐と、分波された複数の光それぞれに対応し前記光ゲートスイッチの他方に接続する光反射ミラーとを備え、前記光サーキュレータの光入出力から出力され前記光分合波器で受けた波長多重光は、この光分合波器から前記光サーキュレータの光入出力へ出力される際には前記光サーキュレータの光出力から光伝送路へ出力されることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項5】 請求項4に記載の波長光ADM装置において、前記光ゲートスイッチは、少くとも一部がEDFAゲートであることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項6】 請求項4に記載の波長光ADM装置において、前記光ゲートスイッチは、少くとも一部が半導体光増幅器であることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項7】 一方で光伝送路から入力された波長多重光を各波長毎に分波し、他方で分波された光を波長多重化して光伝送路に出力する光分合波器と、一方でこの光分合波器に接続して波長毎に分離された光それぞれを入出力し、他方で入出力する波長毎に分離された光それぞれを光分岐する第1の光分岐と、この第1の光分岐の一の光出力それぞれを接続する光受信器と、この光受信器それぞれに対応し前記波長多重光を構成する一の光出力それぞれを有する光送信器と、分波された複数の光それぞれに対応し光の通過および遮断を制御する光ゲートスイッチと、分波された複数の光それぞれに対応し前記光ゲートスイッチの対応した光出力のみを通過させる光アイソレータと、分波された複数の光それぞれに対応し、一方で前記第1の光分岐それぞれの光入出力に接続し、他方で入出力する波長毎に分離された光それぞれを光分岐し、かつ前記光送信器から光を入力する第2の光分岐と、分波された複数の光それぞれに対応し、一方で前記第2の光分岐それぞれの光入出力に接続し、他方で前記光アイソレータの光出力を受けると共にこの光出力とは別波長の光を前記光ゲートスイッチへ出力する第3の光分岐とを備え、前記波長毎に分離された光それぞれは、前記光分合波器、前記第1の光分岐、前記第2の光分岐、前記第3の光分岐、前記光ゲートスイッチ、および前記光アイソレータを介した後、分離された隣接の波長に対する前記第3の光分岐および前記第2の光分岐を介して前記光分合波器へ戻り、この光分合波器が光を波長多重化して出力することを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項8】 請求項7に記載の波長光ADM装置において、前記光ゲートスイッチは、少くとも一部がEDFAゲートであることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項9】 請求項7に記載の波長光ADM装置において、前記光ゲートスイッチは、少くとも一部が半導体光増幅器であることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項10】 請求項1から請求項9までのいずれか一つに記載の波長光ADM装置において、前記光受信器の入出力の少くとも一方のそれぞれに、光ゲートスイッチ、EDFAゲート、および半導体光増幅器のいずれか一つが挿入されることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項11】 請求項1から請求項10までのいずれか一つに記載の波長光ADM装置において、前記光ゲートスイッチ、前記EDFAゲートおよび前記半導体増幅器それぞれをゲートとし、このゲートのオン/オフ状態、前記光受信器へ入力する光信号の有無、並びに、前記光送信器から出力する光信号の有無それぞれを選択的に切り替えて、前記光信号の通過、分岐、および挿入のいずれか一つを選択する制御手段を備えることを特徴とする波長光ADM装置。

【請求項12】 請求項11に記載の波長光ADM装置において、少くとも信号光を含む所定幅の波長域内の光

強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光 S/N 比を算出することにより前記信号光の有無を判断することおよび信号光を含むある幅の波長域内の光強度から前記信号光の有無を判断することのいずれかにより光信号遮断信号（以後、 $OLOS$: Optical Loss of Signal）を検出すること、並びに前記波長域内の光強度から前記信号光の波長ずれを監視することにより光信号波長ずれ信号（以後、 $OLOW$: Optical Loss of Wavelength）を検出することのいずれかにより光信号の遮断障害監視を行う機能と、少くとも信号光を含む所定幅の波長域内の光強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光 S/N 比を算出し、前記光 S/N 比が予め定められた閾値以下に低下した際に光 S/N 比低下信号（以後、 OSD : Optical Signal Degrade）を検出する機能とを含み、前記 $OLOS$ 、前記 $OLOW$ 、および前記 OSD を障害検出信号としこれら障害検出信号の少くとも一つを検出する光信号障害監視手段を搭載し、かつこの光信号障害監視手段が前記障害検出信号の少くとも一つを検出した際に、これらの検出信号を受けて前記制御手段が、前記ゲートを制御し、検出された入力に対応する出力からの信号光を遮断することによって、検出した前記障害検出信号を光レイヤにおけるネットワーク障害検出信号（以後、 $AISO$: Optical Alarm Indication Signal）に変換することの特徴とした波長光ADM装置。

【請求項13】 請求項11に記載の波長光ADM装置を含んだ光ADM装置と光中継増幅器と光信号を終端するライン終端器とを含み、1本の光ファイバ内に少くとも一つの波長により波長多重された光信号を取り扱う光ネットワークでの光信号障害監視方式において、請求項12に記載の光信号障害監視手段を光レイヤモニタ装置として備えることを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項14】 請求項13に記載の光信号障害監視方式において、前記波長光ADM装置が、前記障害検出信号の少くとも一つを検出した際、前記制御手段が検出された前記障害検出信号の入力に対応する出力からの前記信号光を遮断することによって、前記障害検出信号を光レイヤにおけるネットワーク障害検出信号（ $AISO$: Optical Alarm Indication Signal）に変換する機能を備えることを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項15】 光ADM装置および光中継増幅器それぞれが少くとも請求項13に記載の光レイヤモニタ装置を搭載し、前記光ADM装置と前記光中継増幅器と光レイヤに接続される伝送装置とを含み、1本の光ファイバ内に少くとも一つの波長により波長多重された光信号を取り扱う光ネットワークでの光信号障害監視方式において、前記光レイヤモニタ装置が、前記光ネットワークで前記光レイヤにおける $OLOS$ および $AISO$ の少くとも一方によってネットワーク内の光信号遮断障害監視

を行うことにより、前記光ネットワークにおける光レイヤに接続される伝送装置のフレーミングフォーマットに無依存とすることを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項16】 請求項15に記載の光信号障害監視方式において、前記光ADM装置および前記光中継増幅器のいずれか一方を利用した前記光ネットワークの光レイヤにおけるネットワーク障害の前記 $OLOS$ を前記 $AISO$ に変換して前記光レイヤからこの光レイヤ以外のレイヤに接続される伝送装置へネットワーク障害を通知することにより前記光レイヤに接続される伝送装置のフレーミングフォーマットに無依存とすることを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項17】 請求項15に記載の光信号障害監視方式において、前記光ADM装置および前記光中継増幅器のいずれか一方を利用し前記光レイヤに接続される伝送装置の障害発生を知らせる信号の代わりに前記光レイヤにおける前記 $OLOS$ および前記 $AISO$ を用いて光ネットワークの障害を監視する際に、前記光ネットワークに前記光ADM装置のネットワーク障害検出位置よりも上流側に前記信号再生中継器が配置された場合、前記光ADM装置と前記光レイヤに接続される伝送装置規格の前記信号再生中継器との間に少くとも一つ以上の前記光レイヤに接続される伝送装置規格のライン終端器を配置することにより、前記信号再生中継器がネットワーク障害障害検出時に下流の前記光レイヤに接続される伝送装置規格の前記ライン終端器へ前記信号再生中継器から前記ネットワーク障害発生を通知するために前記信号再生中継器が発行する監視信号を前記ライン終端器に認識させて前記ネットワーク障害の回復を行うことを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項18】 請求項15に記載の光信号障害監視方式において、前記光ADM装置および前記光中継増幅器のいずれか一方を利用し前記光レイヤに接続される伝送装置の障害発生を知らせる信号の代わりに前記光レイヤにおける前記 $OLOS$ および前記 $AISO$ の少くとも一方を用いて光ネットワークの障害を監視する際に、前記光ネットワークにおいて前記光ADM装置のネットワーク障害検出位置よりも上流側に前記信号再生中継器が配置された場合、前記信号再生中継器に前記光レイヤにおける前記 $AISO$ 発行機能を設け、前記信号再生中継器よりも下流の前記光中継増幅器および前記光ADM装置の少くとも一方に前記ネットワーク障害を通知することにより、前記光レイヤにおいて前記光ADM装置が行う光パスの切り替えによる前記ネットワーク障害の回復と、前記光レイヤにおけるネットワーク障害の前記 $OLOS$ を前記 $AISO$ に変換することによって前記光レイヤから前記光レイヤに接続された伝送装置にネットワーク障害を通知することにより行う、前記光レイヤに接続された伝送装置による前記ネットワーク障害の回復とを有することを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項19】 請求項15に記載の光信号障害監視方式において、前記光ADM装置および前記光中継増幅器のいずれか一方を利用し前記光レイヤに接続された伝送装置の障害発生を知らせる信号の代わりに前記光レイヤにおける前記OLOSおよび前記AIS-Oを用いて光ネットワークの障害を監視する際に、前記光ネットワークにおいて主信号光波長域とは異なる波長域にネットワーク管理情報を割り当てて前記光ADM装置によるノード間と、前記光ADM装置と前記ライン終端器とのノード間とでネットワーク情報通信をフレーミングフォーマット無依存で行う光信号障害監視方式。

【請求項20】 光ADM装置および光中継増幅器それぞれが少くとも請求項13に記載の光レイヤモニタ装置を搭載し、前記光ADM装置と前記光中継増幅器とSONET (Synchronous Optical Network)/SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 標準のライン終端器とを含み1本の光ファイバ内に少くとも一つの波長により波長多重された光信号を取り扱う光ネットワークにあって、前記光ネットワークにおいて前記SONET/SDHのセクションレイヤでネットワークの障害を検出した際に、ネットワーク障害の検出位置よりも下流側の前記ライン終端器に前記ネットワーク障害発生を通知するためにラインオーバーヘッドに割り当てられるネットワーク障害検出信号（以後、AIS-L: Line Alarm Indication Signal）を前記ネットワーク障害を認識するために前記AIS-Lを読み込みかつ前記ライン終端器に向けて前記ネットワーク障害を通知するために再度前記ライン終端器に向けて出力される前記SONET/SDHレイヤにおける前記AIS-Lの代わりに、前記光レイヤにおける前記OLOSおよび前記AIS-Oの少くとも一方によってネットワーク内の光信号遮断障害の監視を行うことを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項21】 請求項20に記載の光ADM装置および光中継増幅器のいずれか一方を利用した光ネットワークで光レイヤにおけるネットワーク障害が発生した際、OLOSをAIS-Oに変換することによって、前記ライン終端器に意図的にLOS (Loss of Signal) を検出させ、前記光レイヤからSONET/SDHレイヤにネットワーク障害を通知することを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項22】 請求項20に記載の光ADM装置および光中継増幅器のいずれか一方を利用しSONET/SDHレイヤにおけるAIS-Lのかわりに光レイヤにおけるOLOSおよびAIS-Oの少くとも一方を用いてネットワークの障害を監視する光ネットワークにおいて、前記光ADM装置のネットワーク障害検出位置よりも上流側に前記SONET/SDH規格の信号再生中継器が配置された場合前記光ADM装置と前記信号再生中継器の間に少なくとも1つ以上の前記SONET/SDH規格ライン終端器を配置することによって前記信号再

生中継器から前記信号再生中継器がネットワーク障害障害検出時に下流の前記SONET/SDH規格の前記ライン終端器に前記ネットワーク障害発生を通知するために前記信号再生中継器が発行する前記AIS-Lを前記ライン終端器に認識させて前記SONET/SDH規格のAPS (Automatic Protection System) を作動させることによって前記ネットワーク障害の回復を行うことを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項23】 請求項20に記載の光ADM装置および光中継増幅器のいずれか一方を利用しかつSONET/SDHレイヤにおけるAIS-Lの代わりに光レイヤにおけるOLOSおよびAIS-Oの少くとも一方を用いてネットワーク障害を監視する光ネットワークにおいて、前記光ADM装置のネットワーク障害検出位置よりも上流側に信号再生中継器が配置された場合前記信号再生中継器に前記光レイヤにおける前記AIS-O発行機能を設けることによって前記信号再生中継器よりも下流の前記光中継増幅器および前記光ADM装置のいずれかに前記ネットワーク障害を通知することにより前記光レイヤにおいて前記光ADM装置が行う光パス切り替えによる前記ネットワーク障害の回復、および前記光レイヤにおけるネットワーク障害を前記OLOSから前記AIS-Oに変換して前記ライン終端器に意図的にLOS (Loss of Signal) を検出させることによって前記光レイヤから前記SONET/SDHレイヤにネットワーク障害を通知することにより行う前記SONET/SDHのAPS (Automatic Protection System) による前記ネットワーク障害の回復、の少くとも一方を有することを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項24】 請求項20に記載の光ADM装置および光中継増幅器のいずれか一方を利用しかつSONET/SDHレイヤにおけるAIS-Lの代わりに光レイヤにおけるOLOSおよびAIS-Oの少くとも一方を用いてネットワーク障害を監視する光ネットワークにおいて、主信号光波長域とは異なる波長域にネットワーク管理情報を割り当ててノードを形成する前記光ADM装置間および前記光ADM装置とライン終端器とのノード間それぞれでネットワーク情報通信を行うことを特徴とする光信号障害監視方式。

【請求項25】 請求項13に記載の光レイヤモニタ装置を搭載した少くとも一つの波長光ADM装置を、少くとも一つの伝送路によってリング状に接続したリングネットワークにおいて、OLOSおよびAIS-Oの少くとも一方を用いて障害を検出し、予備の伝送路に切り替えおよびネットワークのリコンフィギュレーションの少くとも一方によって障害回復を行うことを特徴とするリングネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信・光交換・

光ネットワークにおける、波長光ADM (Add-Drop Multiplex) 装置、並びにこの装置を使用した障害監視方式およびネットワークに関し、特に、ネットワークのノードとして低コスト化および小型化を実現させる波長光ADM装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光ネットワークとしては、TDM (時分割多重) を使用したSONET (Synchronous Optical Network) / SDH (Synchronous Digital Hierarchy) に基づいて構築されたネットワークが主流である。このSONET / SDHに基づくネットワークにおいて、伝送経路の切り替えは、光信号をラインレイヤに終端しスイッチングを行った後で、再び光信号に多重し直すことによって実行されるのが一般的である。

【0003】また、この際、リンク接続の信頼性を確保するために光信号の有無によって、例えば、ベルコア (Bellcore: Bell Communications Research) 規格に関して述べられているGR-253-CORE (Issue 1, December 1994) に記載されているように無信号 (以後、LOS: Loss of Signal) を検出すること、または、フレームにおけるセクションオーバーヘッド (以後、SOH: Section Overhead) もしくはラインオーバーヘッド (以後、LOH: Line Overhead) を評価することによってフレームロス (以後、LOF: Loss Of Frame)、ポインタロス (以後、LOP: Loss of Pointer)、符号誤り率 (以後、BER: Bit Error Rate) 等、信頼性評価値の検出を行っている。

【0004】近年になって、光信号を電気終端せず光のまま伝送経路の切り替えを行うことが可能なOADM (Optical Add-Drop Multiplex) 装置が提案され、実際にシステムへ導入することが検討されている。SONETのネットワークエレメントの一つであるDCS (Digital Cross-Connect System) における経路切り替えが光 / 電気変換 (以後、O / E変換)、デマルチプレクサ (以後、DEMUX: Demultiplexer)、スイッチング、マルチプレクサ (以後、MUX: Multiplexer)、電気 / 光変換 (以後、E / O変換) によって行われるのに対し、OADM装置ではスイッチングのみでよく、電気信号のDEMUXおよびMUXが不要なため伝送光信号速度あたりのハードウェア量の削減が可能であり、低コスト化およびシステムの小型化も期待できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】OADM装置を配置したネットワークに何らかの障害が発生した場合、OADM装置では、光ファイバの切断等による信号光遮断、光中継増幅器の故障等による信号光品質劣化などの障害の検出と判別およびその障害の種類に応じた回復を行うことが要求される。現在使用されているSONET / SDHにおける規格のフレームオーバーヘッドを利用してネットワーク障害を検出する場合、OADM装置ではセク

ションまたはラインを終端する必要性が生じる。

【0006】OADM装置を含むラインに障害が発生した場合、この障害発生をそのラインを使用しているエンドユーザまで通知するため、OADM装置においてフレームオーバーヘッドからネットワーク障害情報 (以後、AIS: Alarm Indication Signal) の読み込み処理・書き込み処理が必要になる。しかし、高密度に多重化された光信号を取り扱うOADM装置では、伝送光信号のフレームオーバーヘッドからネットワーク障害情報を得る場合、大規模なハードウェアが必要になるばかりでなく、ネットワーク内の障害監視情報を読みとるだけのために、多重化された光信号を電気終端してフレームオーバーヘッドを読み取り、再度光信号まで多重し直す必要があるといった問題点がある。

【0007】また、OADM装置を現在の光ネットワークに導入するためには、時間多重指向であるSONET / SDHレイヤと区別して、光信号を扱い、時間同期して電氣的な処理を行いその光信号から情報を得たり加えたりしない波長・空間多重指向のレイヤを光レイヤと定義することとし、SONET / SDHが供給するネットワーク障害回復手段である自動プロテクションシステム (以後、APS: Automatic Protection System) と、OADM装置が新規に供給する光レイヤにおけるプロテクションシステムとが競合しないようにする必要がある。

【0008】すなわち、たとえ将来の光ネットワークの理想形態からSONET / SDHが消滅することになろうとも、現状ではSONET / SDHが世界的に広く普及しているため、その資産を少なくとも当分の間使用する必要があり、APSから即座にOADM装置によるプロテクションシステムに移行するのはコスト的にも困難であるため、少なくとも当面はOADM装置を用いた光レイヤにおけるプロテクションとAPSとを共存させる必要があるからである。

【0009】実際のネットワークへの導入を考えた場合、上記のような問題があるため、伝送光信号あたりのハードウェア量が縮小可能であるという高いポテンシャルを持ちながら、OADM装置はその可能性を十分に発揮することができない。OADM装置がその能力を十分に発揮するためには、SONET / SDHとの互換性を保ちつつ、高密度に多重された信号を取り扱うネットワーク向きのネットワーク障害監視および障害回復の方式、並びにそのためのハードウェアを開発することが必要不可欠である。

【0010】本発明の課題は、ノード内で任意波長の信号光と分岐挿入を可能とする波長光ADM装置を実現し、SONET / SDHのAPSまたは他のフレーミングフォーマットの伝送装置と競合することのない波長・空間多重指向の光レイヤにおける光信号遮断障害検出信号を定義し、光ADM装置ノードの低コスト化および小型化を実現させることにある。

10

20

30

40

50

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による第一の波長光ADM装置は、一方の光伝送路から入力された波長多重光を複数の各波長毎に分波する光分波器と、この光分波器の複数の各波長毎の光出力に接続される複数の光受信器と、この光受信器それぞれに入力する前記分波器の光出力を接続し、光の通過および遮断を制御する複数の光ゲートスイッチと、前記光受信器それぞれに対応し前記波長多重光を構成する一の光出力を有する複数の光送信器と、前記光ゲートスイッチの光出力と前記光送信器の光出力とに接続され他方の光伝送路へ波長多重光を出力する光合波器とを備えている。

【0012】また、第二の波長光ADM装置は、一方の光伝送路から波長多重光を入力し、他方の光伝送路へ波長多重光を出力するサーキュレータと接続し、このサーキュレータの入出力から入力する波長多重光を各波長毎に分波した複数の光それぞれを出力する一方、分波された複数の光を入力して波長多重化し前記光サーキュレータの入出力へ出力する光分合波器と、一方でこの光分合波器に接続して波長毎に分離された光それぞれを出入力し、他方で入出力する波長毎に分離された光それぞれを光分岐する第1の光分岐と、この第1の光分岐の光出力それぞれを接続する光受信器と、この光受信器それぞれに対応し前記波長多重光を構成する一の光出力それぞれを有する光送信器と、分波された複数の光それぞれに対応し光の通過および遮断を制御する光ゲートスイッチと、分波された複数の光それぞれに対応し、一方で前記第1の光分岐それぞれの光入出力に接続し、他方で前記光ゲートスイッチの一方に接続して光を入出力し、かつ前記光送信器から光を入力する第2の光分岐と、分波された複数の光それぞれに対応し前記光ゲートスイッチの他方に接続する光反射ミラーとを備え、前記光サーキュレータの光入出力から出力され前記光分合波器で受けた波長多重光は、この光分合波器から前記光サーキュレータの光入出力へ出力される際には前記光サーキュレータの光出力から光伝送路へ出力されている。

【0013】また、第三の波長光ADM装置は、一方で光伝送路から入力された波長多重光を各波長毎に分波し、他方で分波された光を波長多重化して光伝送路に出力する光分合波器と、一方でこの光分合波器に接続して波長毎に分離された光それぞれを出入力し、他方で入出力する波長毎に分離された光それぞれを光分岐する第1の光分岐と、この第1の光分岐の光出力それぞれを接続する光受信器と、この光受信器それぞれに対応し前記波長多重光を構成する一の光出力それぞれを有する光送信器と、分波された複数の光それぞれに対応し光の通過および遮断を制御する光ゲートスイッチと、分波された複数の光それぞれに対応し前記光ゲートスイッチの対応した光出力のみを通過させる光アイソレータと、分波された複数の光それぞれに対応し、一方で前記第1の光

分岐それぞれの光入出力に接続し、他方で入出力する波長毎に分離された光それぞれを光分岐し、かつ前記光送信器から光を入力する第2の光分岐と、分波された複数の光それぞれに対応し、一方で前記第2の光分岐それぞれの光入出力に接続し、他方で前記光アイソレータの光出力を受けると共にこの光出力とは別波長の光を前記光ゲートスイッチへ出力する第3の光分岐とを備え、前記波長毎に分離された光それぞれは、前記光分合波器、前記第1の光分岐、前記第2の光分岐、前記第3の光分岐、前記光ゲートスイッチ、および前記光アイソレータを介した後、分離された隣接の波長に対する前記第3の光分岐および前記第2の光分岐を介して前記光分合波器へ戻り、この光分合波器が光を波長多重化して出力している。

【0014】また、第四の波長光ADM装置は、前記光ゲートスイッチをゲートとして、このゲートのオン/オフ状態、前記光受信器へ入力する光信号の有無、並びに、前記光送信器から出力する光信号の有無それぞれを選択的に切り替えて、前記光信号の通過、分岐、および挿入のいずれか一つを選択する制御手段を備え、少なくとも信号光を含む所定幅の波長域内の光強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出することにより前記信号光の有無を判断することおよび信号光を含むある幅の波長域内の光強度から前記信号光の有無を判断することのいずれかにより光信号遮断信号(OLOS)を検出すること、並びに前記波長域内の光強度から前記信号光の波長ずれを監視することにより光信号波長ずれ信号(OLOW)を検出すること、のいずれかにより光信号の遮断障害監視を行う機能と、少なくとも信号光を含む所定幅の波長域内の光強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出し、前記光S/N比が予め定められた閾値以下に低下した際に光S/N比低下信号(OSD)を検出する機能とを含み、前記OLOS、前記OLOW、および前記OSDを障害検出信号としこれら障害検出信号の少なくとも一つを検出する光信号障害監視手段を搭載し、かつこの光信号障害監視手段が前記障害検出信号の少なくとも一つを検出した際に、これらの検出信号を受けて前記制御手段が、前記ゲートを制御して検出された入力に対応する出力からの信号光を遮断することにより、検出した前記障害検出信号を光レイヤにおけるネットワーク障害検出信号(AISO)に変換している。

【0015】次に、本発明による上記波長光ADM装置を利用した第一の光信号障害監視方式は、光ADM装置および光中継増幅器それぞれが本発明による上記波長光ADM装置の機能を有し、これら光ADM装置および光中継増幅器、並びに光信号を終端するライン終端器を備えると共に1本の光ファイバ内に少なくとも一つの波長に

10

20

30

40

50

より波長多重された光信号を取り扱う光ネットワークにおいて、上記記載の光信号障害監視手段を光レイヤモニタ装置として備えている。

【0016】また、第二の光信号障害監視方式では、上記波長光ADM装置が、前記障害検出信号の少くとも一つを検出した際、前記制御手段が検出された前記障害検出信号の入力に対応する出力からの前記信号光を遮断することによって、前記障害検出信号を光レイヤにおけるネットワーク障害検出信号(AIS-O)に変換する機能を備えている。このAIS-O変換機能により、少くとも一つの波長により波長多重された光信号を時間的に同期して電気終端することにより得られる電気信号としては信号情報を含まないで情報を得ることがなく、また、新たに情報を加えることがないので処理が簡素化される。

【0017】また、第三の光信号障害監視方式では、光ADM装置および光中継増幅器それぞれが少くとも上記光レイヤモニタ装置を搭載し、これら光ADM装置および前記光中継増幅器、並びに光レイヤに接続される伝送装置を備えると共に1本の光ファイバ内に少くとも一つの波長により波長多重された光信号を取り扱う光ネットワークにあって、前記光レイヤモニタ装置が、前記光ネットワークで前記光レイヤにおけるOLOSおよびAIS-Oの少くとも一方によってネットワーク内の光信号遮断障害監視を行っている。

【0018】また、上記光ADM装置および上記光中継増幅器のいずれか一方を利用した前記光ネットワークの光信号障害監視方式では、光レイヤにおけるネットワーク障害の前記OLOSを前記AIS-Oに変換して前記光レイヤからこの光レイヤ以外のレイヤに接続される伝送装置へネットワーク障害を通知すること、光レイヤにおけるネットワーク障害の前記OLOSを前記AIS-Oに変換して前記光レイヤからこの光レイヤ以外のレイヤに接続される伝送装置へネットワーク障害を通知している。

【0019】また、光信号障害監視方式の障害回復処理については、上記光ADM装置および上記光中継増幅器のいずれか一方を利用し前記光レイヤに接続される伝送装置の障害発生を知らせる信号の代わりに前記光レイヤにおける前記OLOSおよび前記AIS-Oを用いて光ネットワークの障害を監視する際に、前記光ネットワークにおいて前記光ADM装置のネットワーク障害検出位置よりも上流側に前記信号再生中継器が配置された場合、一つは、前記光ADM装置と前記光レイヤに接続される伝送装置規格の前記信号再生中継器との間に少くとも一つ以上の前記光レイヤに接続される伝送装置規格のライン終端器を配置することにより、前記信号再生中継器から前記信号再生中継器がネットワーク障害障害検出時に下流の前記光レイヤに接続される伝送装置規格の前記ライン終端器に前記ネットワーク障害発生を通知する

ために前記信号再生中継器が発行する監視信号を前記ライン終端器に認識させて前記ネットワーク障害の回復を行っており、別の一つは、前記信号再生中継器に前記光レイヤにおける前記AIS-O発行機能を設け、前記信号再生中継器よりも下流の前記光中継増幅器および前記光ADM装置の少くとも一方に前記ネットワーク障害を通知することにより、前記光レイヤにおいて前記光ADM装置が行う光パス切り替えによる前記ネットワーク障害の回復と、前記光レイヤにおけるネットワーク障害の前記OLOSを前記AIS-Oに変換することによって前記光レイヤから前記光レイヤに接続された伝送装置にネットワーク障害を通知することにより行う、前記光レイヤに接続された伝送装置による前記ネットワーク障害の回復とを有することを特徴としている。また、前記光ネットワークにおいて主信号光波長域とは異なる波長域にネットワーク管理情報を割り当てて前記光ADM装置によるノード間と、前記光ADM装置と前記ライン終端器とのノード間とでネットワーク情報通信を行っている。

【0020】これらの手段により、光レイヤに接続される伝送装置のフレーミングフォーマットに依存せずに障害の監視、障害の通知、およびネットワーク情報通信を行うことができる。

【0021】また、第四の光信号障害監視方式では、光ADM装置および光中継増幅器それぞれが少くとも上記光レイヤモニタ装置を搭載し、前記光ADM装置と前記光中継増幅器とSONET/SDH標準のライン終端器とを含み1本の光ファイバ内に少くとも一つの波長により波長多重された光信号を取り扱う光ネットワークにあって、前記光ネットワークにおいて前記SONET/SDHのセクションレイヤでネットワークの障害を検出した際に、ネットワーク障害の検出位置よりも下流側の前記ライン終端器に前記ネットワーク障害発生を通知するためにラインオーバーヘッドに割り当てられるネットワーク障害検出信号(AIS-L)を前記ネットワーク障害を認識するために前記AIS-Lを読み込みかつ前記ライン終端器に向けて前記ネットワーク障害を通知するために再度前記ライン終端器に向けて出力される前記SONET/SDHレイヤにおける前記AIS-Lの代わりに、前記光レイヤにおける前記OLOSおよび前記AIS-Oの少くとも一方によってネットワーク内の光信号遮断障害監視を行っている。

【0022】ここで記載の光ADM装置および光中継増幅器のいずれか一方を利用した光ネットワークで光レイヤにおけるネットワーク障害が発生した際、OLOSをAIS-Oに変換することによって、前記ライン終端器に意図的にLOSを検出させ、前記光レイヤからSONET/SDHレイヤにネットワーク障害を通知することができる。

【0023】また、第五の光信号障害監視方式における

10

20

30

40

50

障害回復機能では、上記光ADM装置および上記光中継増幅器のいずれか一方を利用しSONET/SDHレイヤにおけるAIS-Lの代わりに光レイヤにおけるOLOSおよびAIS-Oの少くとも一方を用いてネットワークの障害を監視する光ネットワークにおいて、前記光ADM装置のネットワーク障害検出位置よりも上流側に前記SONET/SDH規格の信号再生中継器が配置された場合、前記光ADM装置と前記信号再生中継器の間に少なくとも1つ以上の前記SONET/SDH規格ライン終端器を配置することによって前記信号再生中継器から前記信号再生中継器がネットワーク障害障害検出時に下流の前記SONET/SDH規格の前記ライン終端器に前記ネットワーク障害発生を通知するために前記信号再生中継器が発行する前記AIS-Lを前記ライン終端器に認識させて前記SONET/SDH規格のAPS (Automatic Protection System) を作動させることによって前記ネットワーク障害の回復を行っている。

【0024】また、別の障害回復機能としては、前記光ADM装置のネットワーク障害検出位置よりも上流側に信号再生中継器が配置された場合、前記信号再生中継器に前記光レイヤにおける前記AIS-O発行機能を設けることによって前記信号再生中継器よりも下流の前記光中継増幅器および前記光ADM装置のいずれかに前記ネットワーク障害を通知することにより前記光レイヤにおいて前記光ADM装置が行う光パス切り替えによる前記ネットワーク障害の回復、および前記光レイヤにおけるネットワーク障害を前記OLOSから前記AIS-Oに変換して前記ライン終端器に意図的にLOS (Loss of Signal) を検出させることによって前記光レイヤから前記SONET/SDHレイヤにネットワーク障害を通知することにより行う前記SONET/SDHのAPS (Automatic Protection System) による前記ネットワーク障害の回復、の少くとも一方を有している。

【0025】更に、第六の光信号障害監視方式におけるノード間でのネットワーク情報通信では、上記光ADM装置および上記光中継増幅器のいずれか一方を利用しかつSONET/SDHレイヤにおけるAIS-Lの代わりに光レイヤにおけるOLOSおよびAIS-Oの少くとも一方を用いてネットワーク障害を監視する光ネットワークにおいて、主信号光波長域とは異なる波長域にネットワーク管理情報を割り当ててノードを形成する前記光ADM装置間および前記光ADM装置とライン終端器とのノード間それぞれで行っている。

【0026】最後に、本発明によるリングネットワークでは、上記光レイヤモニタ装置を搭載した少くとも一つの波長光ADM装置を、少くとも一つの伝送路によってリング状に接続したリングネットワークにおいて、OLOSおよびAIS-Oの少くとも一方を用いて障害を検出し、予備の伝送路に切り替えおよびネットワークのリコンフィギュレーションの少くとも一方によって障害回復

を行っている。

【0027】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0028】図1は、本発明の実施の一形態を示す機能ブロック図である。図1に示される波長光ADM装置100は、ノードを構成し、このノード内で、波長多重光を各波長毎に信号の分岐挿入を行うために、光分波器11、光合波器12、光分岐21~2n、光ゲートスイッチ31~3n、光分岐41~4n、光受信器51~5n、光送信器61~6n、制御手段70、および光信号障害監視手段80を備えているものとする。

【0029】光分波器11および光合波器12それぞれには、アレイ導波路回折格子に代表される光分波路または光合波路を用いているものとする。

【0030】光分岐21~2nは、入力した波長多重光を光分波器11により分波された各波長毎に備えられ、入力光を光ゲートスイッチ31~3nそれぞれ、および光受信器51~5nそれぞれへ出力するものとする。

【0031】光ゲートスイッチ31~3nには、分岐挿入の切換にオン/オフ比の大きいゲートスイッチが用いられ、図2に概略が示されるEDFA (エルビウム添加ファイバアレイ) ゲートスイッチ30であるものとする。

【0032】光分岐41~4nは、光ゲートスイッチ31~3nそれぞれの出力、および、光送信器61~6nそれぞれの出力を入力し、光合波器12へ出力するものとする。

【0033】光受信器51~5nおよび光送信器61~6nそれぞれは、制御手段70の制御を受け、所定の光信号の授受を行なうものとする。

【0034】制御手段70は、波長光ADM装置100における通常の機能制御を行うと共に、光信号障害監視手段80から受ける光信号遮断監視信号に基づき、対象となる光ゲートスイッチ3nをスイッチオフして下流へ送られる光信号の伝達を遮断するなど、下記のような機能動作を実現するよう、各構成要素を制御するものとする。

【0035】光信号障害監視手段80は、光受信器51~5nの光受信状態を監視し、結果を所定の信号により制御手段70へ通知するものとする。障害監視の具体例については、図3を参照して後述する。

【0036】次に、図2を参照してEDFAゲートスイッチ30について説明する。

【0037】図2に示されるEDFAゲートスイッチ30は、励起光源131、WDM (Wavelength Division Multiplex : 波長多重用) カプラ132、およびEDF (エルビウム添加ファイバ) 133により構成されており、信号光は光伝送路からEDF 133に入力される。励起光源131から出力された励起光は波長多重用カプ

ラ132を経由してEDF3に入力される。EDFAゲートスイッチ30では出力する信号光に対し、励起光源131の励起光強度の制御によりスイッチのオン/オフと光レベル調整とを行うことができる。

【0038】図1に示される波長光ADM装置100において、光レイヤにおける主信号の監視を波長軸上の情報監視とし、SONET/SDHにおけるフレーム単位の監視、すなわち時間軸上の情報監視に対応して置き換えることにより、Gb/sクラスの高速な光信号を扱うことが実現される。

【0039】次に、図3を参照して、図1における光信号障害監視手段80が生成する光信号遮断障害監視信号について説明する。図3は、光レイヤとSONET/SDHレイヤとにおけるネットワーク障害監視項目を比較して示す対象図である。

【0040】すなわち、SONET/SDHレイヤにおけるネットワーク障害監視項目においては、時間的な同期はずれ障害監視を行うフレームロス(LOF: Loss of Frame)またはポインタロス(LOP: Loss of Pointer)、信号遮断障害監視を行う無信号(LOS: Loss of Signal)、および信号品質劣化障害監視を行う符号誤り率(BER: Bit Error Rate)それぞれが設けられている。

【0041】これに対して、本発明における光レイヤにおいては光BPF(Band Pass Filter)と光S/N比または光強度監視との組み合わせによって信号光波長ずれ障害監視を行う光信号の波長ずれ信号(LOW: Optical Loss of Wavelength)、光強度または光S/N比の監視を利用した光信号遮断障害検出を行う光信号の遮断信号(LOS: Optical Loss of Signal)、および光S/N監視によって光信号品質劣化障害監視を行う光のS/N比低下信号(OSD: Optical Signal Degrade)それぞれを新規に定義し直し、図1における光信号障害監視手段80がネットワーク内の光信号遮断障害監視を行うものである。

【0042】また、ネットワーク内のあるラインに障害が発生した場合、この障害を下流に通知するためにSONET/SDHではライン障害検出信号(AIS-L: LineAlarm Indication Signal)を通知することによって実施する。

【0043】これに対して、本発明における光レイヤでは、上記LOW、LOS、OSDを検出したネットワークエレメント、すなわち、図1における制御手段70および光信号障害監視手段80が、その光出力を遮断することによって障害発生を通知するネットワークの障害検出信号(AIS-O: Optical Alarm Indication Signal)を下流に通知するものとする。すなわち、ネットワークエレメントが光出力を遮断することにより、それより下流のネットワークエレメントはLOSをAIS-Oとして検出し光出力を遮断することとなる。

【0044】このようにして最終的にはSONET/SDHのライン終端器がLOSを検出することとなり、この検出により光レイヤからSONET/SDHレイヤへネットワーク障害を通知することができる。この一連のAIS伝搬は、LOS、LOW、またはOSDを検出したネットワークエレメントが、光レイヤにおいてそれをAIS-Oに変換してSONET/SDHレイヤのライン終端器に通知しているのと等価といえる。

【0045】障害回復は上記の光信号遮断監視信号の受信により各ノードのプロテクションスイッチを切り替えることにより行うことができる。以上は簡単なハードウェア構成で実現可能であるため、システムの小型化、低価格化に有利である。

【0046】

【実施例】次に、本発明の実施例について、上記実施の形態に基づき、光ゲートスイッチまたはゲートはEDFAゲートスイッチとし、かつ符号数値“n”は数値“4”で、波長1548nm(λ_1)、1550nm(λ_2)、1552nm(λ_3)、1554nm(λ_4)の四つの信号光が波長多重されるものとする。

【0047】次に、本発明の第一の実施例について図1を参照して詳細に説明する。

【0048】この実施例に対する構成要素それぞれおよび接続構成については、図1を参照して既に説明したので説明を省略する。

【0049】波長1548nm(λ_1)、1550nm(λ_2)、1552nm(λ_3)、1554nm(λ_4)の四つの信号光は、アレイ導波路回折格子に代表される光分波器11に入力され、それぞれ異なる光分岐21~24に出力される。すなわち、光分岐21~24それぞれにはただ一つの波長の光のみが入力する。

【0050】次に、波長光ADM装置100の動作における、光信号の通過、分岐、および挿入について説明する。

【0051】まず、光信号の通過動作について説明する。光分波器11から光分岐21に入力した波長1548nm(λ_1)の信号光は、EDFAゲート31を通過した後、光分岐41を介してアレイ導波路回折格子に代表される光合波器12へ入力される。

【0052】次に、光信号の分岐動作について説明する。光分波器11から光分岐21に入力した波長1548nm(λ_1)の信号光は、光分岐21においてEDFAゲート31へ出力されると共に一部が光受信器51に入力され受信される。

【0053】最後に、光信号の挿入動作について説明する。光分波器11から光分岐21に入力した波長1548nm(λ_1)の信号光は、制御手段70の制御によりEDFAゲートの光ゲートスイッチ31がオフの状態になることで光分岐41への出力を遮断される。この際、制御手段70の制御により光送信機61から出力された波

長1548nm ($\lambda 1$)の信号光は、光分岐41によって光合波器12に入力する。

【0054】他の波長 $\lambda 2 \sim \lambda 4$ それぞれの光についても、流れる光伝送経路は光分波器11から光合波器12まで上記同様の構成を有している。したがって、光信号は、ノード内で任意波長の光信号の分岐挿入が可能となる。

【0055】次に、図4を参照して本発明の第2の実施例について説明する。

【0056】図4に示される波長光ADM装置200は、光分合波器211、光分岐221~224、光分岐231~234、EDFAゲート241~244、光受信器251~254、光送信器261~264、制御手段270、サーキュレータ280、および光反射ミラー281~284により構成されているものとする。

【0057】第2の実施例が第一の実施例と相違する点は、波長多重された入力光がサーキュレータ280を通過して光分合波器211へ入力する一方、光分合波器211で合波され波長多重された入力光がサーキュレータ280を通過して出力することであり、更に、光分合波器211により各波長毎に分波された信号光は光反射ミラー281~284により反射されて光分合波器211へ戻ることである。

【0058】波長光ADM装置200へ入力する信号光は、波長1548nm ($\lambda 1$)、1550nm ($\lambda 2$)、1552nm ($\lambda 3$)、1554nm ($\lambda 4$)の四つの波長が多重されたものであり、これらの光は、光サーキュレータ280を通過してアレイ導波路回折格子に代表される光分合波器211に入力される。

【0059】光分合波器211は、受けた光を分波してそれぞれ異なる光分岐221~224に出力する一方、光分岐221~224から出力される光を受けて合波し光サーキュレータ280へ出力する。従って、光分岐221~224それぞれにはただ一つの波長の光のみが存在する。

【0060】光分岐221は、光分合波器211から受けた波長1548nm ($\lambda 1$)の光を光分岐231および光受信器251それぞれへ出力する一方、光分岐231から入力する光を光分合波器211へ送出している。

【0061】光分岐231は、光分岐221から受けた波長1548nm ($\lambda 1$)の光をEDFAゲート241へ出力し、EDFAゲート241および光送信器261から受ける光を光分岐221へ出力する。

【0062】EDFAゲート241は、光分岐231と光反射ミラー281との間にあって制御手段270の制御を受け、光分岐231から受けた波長1548nm ($\lambda 1$)の光を通過させる場合には光反射ミラー281へ送り、その反射光を光分岐231へ出力する。

【0063】他の波長に関する各構成要素も同様に接続される。

【0064】次に、波長光ADM装置200の動作における、信号光の通過、分岐、および挿入について説明する。

【0065】光分合波器211から出力された波長1548nm ($\lambda 1$)の信号光は、EDFAゲート241を通過した後、光反射ミラー281により反射され、EDFAゲート241を再度通過後、再び光分合波器211に入力され、通過する。また、光分合波器211から出力された波長1548nm ($\lambda 1$)の信号光は、光分岐221に接続された光分岐231に一部が出力されたのち光受信器251に入力して受信され、分岐する。また、光分合波器211から出力された波長1548nm ($\lambda 1$)の信号光は、制御手段270の制御によりEDFAゲート241がオフの状態になった場合、EDFAゲート241からの出力を遮断される。この際、光送信機261から出力された波長1548nm ($\lambda 1$)の信号光は光分岐231によって光分岐221に接続され光分合波器211に入力され、挿入される。

【0066】他の波長 $\lambda 2 \sim \lambda 4$ それぞれの光についても、光の流れる光伝送経路は光分合波器211から光反射ミラー282~284まで上記同様の構成を有している。また、波長多重された光は光分合波器211に接続された光サーキュレータ280を通過して出力される。したがって、光信号は、ノード内で任意波長の光信号の分岐挿入が可能となる。

【0067】次に、図5を参照して本発明の第三の実施例について説明する。

【0068】図5に示される波長光ADM装置(300: 図示を省略)は、光分合波器311、光分岐321~224、光分岐331~334、EDFAゲート341~344、光受信器351~354、光送信器361~364、制御手段370、光分岐381~384、および光アイソレータ391~394により構成されているものとする。

【0069】第三の実施例が上記第二の実施例と相違する点は、EDFAゲート341~344それぞれ、光アイソレータ391~394それぞれ、および光分岐381~384それぞれが直列接続され、最後の光分岐384が最初のEDFAゲート341に接続することによりループが形成されていることであり、更に、光分岐321~224それぞれは、光分岐334、331、332、333それぞれと、ループ構成において一つ前の順序の波長に対して接続されていることである。

【0070】波長光ADM装置(300)へ入力する信号光は、波長1548nm ($\lambda 1$)、1550nm ($\lambda 2$)、1552nm ($\lambda 3$)、1554nm ($\lambda 4$)の四つの波長が多重されたものであり、これらの光は、アレイ導波路回折格子に代表される光分合波器311に入力される。

【0071】光分合波器311は、受けた光を分波して

それぞれ異なる光分岐321~324に出力する一方、光分岐321~324から出力される光を受けて合波して出力する。従って、光分岐321~324それぞれにはただ一つの波長の光のみが存在する。

【0072】光分岐321は、光分合波器311から受けた波長1548nm (λ_1)の光を光分岐334および光受信器351それぞれへ出力する一方、光分岐334から入力する光を光分合波器311へ送出している。

【0073】光分岐334は、光分岐321から受けた波長1548nm (λ_1)の光を光分岐384を介してE 10 DFAゲート341へ出力し、光分岐384および光送信器364から受ける波長1554nm (λ_4)の光を光分岐321へ出力する。

【0074】従って、光分岐331は、光分岐322から受けた波長1550nm (λ_2)の光を光分岐381を介してEDFAゲート342へ出力し、光分岐381および光送信器361から受ける波長1548nm (λ_1)の光を光分岐322へ出力する。

【0075】EDFAゲート341は、制御手段370の制御を受け、光分岐384から受けた光を通過させる 20 場合には通過させた光を光アイソレータ391へ送り、光アイソレータ391は受けた光のうち波長1548nm (λ_1)の光のみを通過させて光分岐381へ出力する。

【0076】他の波長に関する各構成要素も同様に接続される。

【0077】次に、波長光ADM装置(300)の動作における、信号光の通過、分岐、および挿入について説明する。

【0078】まず、通過の場合では、光分岐321に光 30 分合波器311から出力された波長1548nm (λ_1)の信号光は、光分岐334、384を介しEDFAゲート341を通過することにより、光アイソレータ391を経て、分岐比1:1の光分岐381によって接続された光分岐331、322を介して光分合波器311に入力できる。

【0079】また、分岐の場合では、光分岐321に光分合波器311から出力された波長1548nm (λ_1)の信号光は、光分岐321に接続された光受信器351に入力され受信される。

【0080】また、挿入の場合では、光分岐321に光分合波器311から出力された波長1548nm (λ_1)の信号光は、制御手段370の制御によりEDFAゲート341がオフの状態になることでEDFAゲート341からの出力を遮断される。この際、制御手段370の制御により光送信機361から出力された波長1548nm (λ_1)の信号光は、光分岐331によって光分岐322に接続され光分合波器311に入力される。

【0081】他の波長 $\lambda_2 \sim \lambda_4$ それぞれの光についても、光の流れる光伝送経路は、光分合波器311に接続 50

される光分岐322~324それぞれから、ループを形成する光分岐381~383それぞれ、次いで光分岐382~384、381それぞれを介して光分岐322~324、321それぞれに接続されるという、上述同様な構成を有している。以上によりノード内で任意波長の光信号分岐挿入が可能となる。

【0082】次に、図6を参照して本発明の第四の実施例における波長光ADM装置400のモニタリングついて、上記図3に示されているモニタリング項目をOLOS、LOW、OSDの順に説明する。

【0083】図6に示される波長光ADM装置400は、図1に示される波長光ADM装置100と同様な構成を有しており、図では概要のみが示されている。すなわち、光分波器411、光分岐424、ゲート431~434、および光合波器412が図示されており、一部の波長1554nm (λ_4)に対してのみ光分岐424および光レイヤモニタ装置484が図示されている。この光レイヤモニタ装置484は、図1に示される光信号障害監視手段80に対応する。また、波長光ADM装置400に入力する光信号は光分岐420により一部を光レイヤモニタ装置480に分岐するものとする。

【0084】波長光ADM装置400へ入力する信号光は、波長1548nm (λ_1)、1550nm (λ_2)、1552nm (λ_3)、1554nm (λ_4)の四つの波長が多重されたものであり、これらの光は、アレイ導波路回折格子に代表される光分合波器411に入力されると共に、光分岐420によってモニタ光を光分岐し、モニタ光の光強度を監視する光レイヤモニタ装置480に入力する。

【0085】すなわち、光レイヤモニタ装置480は、少くとも信号光を含むある幅の波長域内の光強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出することにより前記信号光の有無を判断、または信号光を含むある幅の波長域内の光強度から前記信号光の有無を判断して光強度監視を行い、OLOS (Optical Loss of Signal) を検出することによりファイバの断線等による通信障害を検出する。

【0086】次に、上述した波長多重光はアレイ導波路回折格子に代表される光分波器411に入力されそれぞれ異なるゲート431~434に出力される。すなわち、ゲート431~434それぞれではただ一つの波長の光のみが存在する。

【0087】従って、例えば、光分波器411からゲート434に出力された波長1554nm (λ_4)の信号光はその一部がモニタ光として光分岐424によって光分岐して光レイヤモニタ装置484に入力し、光レイヤモニタ装置484により光強度が監視される。

【0088】光レイヤモニタ装置484は、アレイ導波路回折格子の狭透過帯域幅の特性とモニタされる光強度

とから、少くとも信号光を含む所定の幅の波長域内の光強度と、前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出することにより、または前記波長域内の光強度から前記信号光の波長ずれを監視してOLOS (Optical Loss of Wavelength) を検出することにより、光源または光フィルタの波長ずれ等による通信障害を検出する。

【0089】また、光レイヤモニタ装置484は、少くとも信号光を含むある幅の波長域内の光強度と、前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出することにより、または前記光S/N比が予め定められた閾値以下に低下したことの監視を行いOSD (Optical Signal Degrade) を検出することにより、通信機器の異常等による通信障害を検出する。

【0090】上述したように、光レイヤモニタ装置により光レイヤにおけるモニタリングが実現できる。

【0091】次に、図7を参照して本発明の第五の実施例として、波長光ADM装置500が障害の際の動作について説明する。

【0092】図7は、図6に示される波長光ADM装置の二つを一つの光伝送路により接続したものである。従って、波長光ADM装置の構成はまったく同一であるものとする。

【0093】図7における波長光ADM装置500では、光分波器511、光分岐524、ゲート531～534、光合波器512および光レイヤモニタ装置584のみが示されており、また、入力する光信号は光分岐520により一部を光レイヤモニタ装置580に分岐するものとする。同様に、波長光ADM装置501では、光分波器515、光分岐528、ゲート535～538、光合波器516および光レイヤモニタ装置588のみが示されており、また、入力する光信号は光分岐529により一部を光レイヤモニタ装置589に分岐するものとする。

【0094】波長光ADM装置500へ入力する信号光は、波長1548nm (λ_1)、1550nm (λ_2)、1552nm (λ_3)、1554nm (λ_4)の四つの波長が多重されたものであり、これらの光は、アレイ導波路回折格子に代表される光分合波器511に入力されると共に、光分岐520によってモニタ光を光分岐し、モニタ光の光強度を監視する光レイヤモニタ装置580に入力する。上述した波長多重光はアレイ導波路回折格子に代表される光分波器511に入力されそれぞれ異なるゲート531～534に出力される。すなわち、ゲート531～534それぞれではただ一つの波長の光のみが存在する。

【0095】今、波長1554nm (λ_4)の信号光が光分波器511から出力され光分岐524に接続する光フ

ァイバの断線により下流への信号伝送が不可能な状況にある障害が発生した場合を想定する。

【0096】この状況では、障害発生箇所より下流にある光レイヤモニタ装置584は、光入力を検知できず、OLOSを検出する。光レイヤモニタ装置584は、OLOSの検出後直ちに、ゲート534をオフにしてゲートの出力を遮断することにより、下流にAIS-Oを発行し障害発生を通告する。

【0097】光伝送路を介して接続される次のノードになる波長光ADM装置501でも、通常、入力する信号光は、波長1548nm (λ_1)、1550nm (λ_2)、1552nm (λ_3)、1554nm (λ_4)の四つの波長が多重されたものである。

【0098】しかし、波長光ADM装置500における光ファイバの断線により、ゲート534がオフにされてゲート出力が遮断されるので、波長光ADM装置501の光レイヤモニタ装置588においてもOLOSが検出される。従って、波長光ADM装置501では、ゲート538をオフにすることによりAIS-Oが下流に向け発行される。

【0099】一方、障害の発生していない他の波長の伝送路には影響はなく、障害発生前と同様な光伝送を行うことができる。

【0100】このように、波長光ADM装置の光レイヤモニタ装置がOLOSを検出し、そのすぐ下流のゲートスイッチをオフすることにより、光レイヤの中で、かつ他の波長の信号光に影響を与えることなく、下流に対して障害発生通告をすることができる。

【0101】次に、図8を参照して本発明の第六の実施例における、波長光ADM装置500が障害の際の図7とは別の動作について説明する。

【0102】図8は、図7に示される二つの波長光ADM装置500、501のうち、波長光ADM装置500のゲート534と光合波器512との間の光分岐544および光送信器564を追加して図示したものである。従って、図8の構成および構成要素の機能は、図7の場合とまったく同一であるものとする。

【0103】今、波長1554nm (λ_4)の信号光が光分波器511から出力され光分岐524に接続する光ファイバの断線により下流への信号伝送が不可能な状況にある障害が発生した場合を想定する。この状況では、障害発生箇所より下流にある光レイヤモニタ装置584は、光入力を検知できず、OLOSを検出する。光レイヤモニタ装置584は、OLOSの検出後直ちに、ゲート534をオフにしてゲートの出力を遮断することにより、下流にAIS-Oを発行し障害発生を通告する。

【0104】しかし、ここで光送信機564から波長1554nm (λ_4)の信号光が光分岐534を経由して光合波器516に出力される場合、次のノードの波長光ADM装置501の光レイヤモニタ装置588において、

OLOSが検出されることはない。

【0105】このように、同一波長の信号を挿入することによってAIS-Oは途中で遮断されるが、分岐挿入の動作時においても光レイヤの中で、かつ他の波長の信号光に影響を与えることなく、障害の発生が検出できると共に障害内容を下流へ通告することができる。

【0106】次に、図9を参照して本発明の第七の実施例における、波長光ADM装置500が障害の際の図7、図8とは別の動作について説明する。

【0107】図9は、図7に示される二つの波長光ADM装置500、501を結ぶ光伝送路において、波長光ADM装置500側の光分岐540により分岐されたノード間通信装置591、および波長光ADM装置501側の光分岐529により分岐されたノード間通信装置599、それぞれが設けられているものとする。

【0108】今、波長1554nm(λ 4)の信号光が光分波器511から出力され光分岐524に接続する光ファイバの断線により下流への信号伝送が不可能な状況にある障害が発生した場合を想定する。この状況では、障害発生箇所より下流にある光レイヤモニタ装置584は、光入力を検知できず、OLOSを検出する。光レイヤモニタ装置584は、OLOSの検出後直ちに、ゲート534をオフにしてゲートの出力を遮断することにより、下流にAIS-Oを発行し障害発生を通告する。

【0109】この構成においては、ノード間通信装置591、599間で上記の信号光とは別波長の信号光を用いることにより、ネットワーク管理情報を障害発生時の通告と同時に通信することができる。

【0110】次に、図10を参照して本発明の第八の実施例における、波長光ADM装置600、601を利用したセルフヒーリングネットワークについて説明する。

【0111】図10は、図4に示される波長光ADM装置の二つを一对にして使用し、二つの一方の波長光ADM装置601には光レイヤモニタ装置681、また他方の波長光ADM装置602には光レイヤモニタ装置682(図示省略)それぞれが備えられているものとする。また、光レイヤモニタ装置681、682両者へ入力する信号はセレクトスイッチ600を介して光受信器651に接続されるものとする。

【0112】図10に示されるように、波長光ADM装置601、602に接続される光伝送路には、互いに反対方向に信号が伝送されており、一方の波長光ADM装置601には現用線、また他方の波長光ADM装置602には予備線が接続されているものとする。従って、現用に対してセレクトスイッチ600は、現用線を接続する波長光ADM装置601の信号を光受信器651に接続するものとする。

【0113】通常状態では現用線に接続された波長光ADM装置601から分岐された信号光は光レイヤモニタ装置681に入力され、予備線に接続された波長光ADM

M装置602から分岐された信号光は光レイヤモニタ装置682に入力される。

【0114】光レイヤモニタ装置681、682それぞれは、OLOS、LOW、OSDまたは障害発生によるAIS-Oをモニタする。

【0115】ここで、上記光信号遮断障害監視信号が光レイヤモニタ装置681により検出された場合、セレクトスイッチ600は、光信号遮断障害監視信号が光レイヤモニタ装置682において検出されていないことを認識し、光受信器71の接続を切り替えて信号の受信を行う。以上の方法で障害発生時においても、光レイヤの中でセルフヒーリングネットワークを実現することができる。

【0116】上記説明では、全ての実施例において、四つの波長の光が多重されると説明したが、多重の数は上記実施形態で説明した数に限定されるものではなく、他の波長多重数、例えば、8、16、32、64など自由に任意の波長数に設定してよい。また、入力光の波長1550nm帯に限定されるものではなく1300nm帯など自由に設定できる。また、信号速度も特に限定されるものではなく、2.5Gbps、5Gbps、10Gbpsなどとビットレートフリーの設定が可能である。

【0117】また、光分波、合波、合分波器など、ここではアレイ導波路回折格子を例に挙げて説明しているが同等の機能を有するグレーティング構造を持つ波長ルータ、波長MUXカプラーなど、また光分岐と干渉膜フィルターの組み合わせなどで同等の機能を有するものであれば上記実施例に記載したものと同等の効果が期待できる。

【0118】また、アレイ導波路回折格子などに代表される前記光分波、光合波、光合分波器は各波長により挿入損失が異なるため適宜、各導波路に光減衰器を挿入して光レベルの等価を行うことも可能である。

【0119】また、各EDFAゲートおよび半導体光増幅器の利得を制御もしくは、第二の実施例に記載した光反射ミラーの反射率を制御して各波長毎に光レベル等価を行うことも可能である。

【0120】また、EDFAゲートの構成は、特にEDFに限るものではなく、アルミニウム、テルルなどをファイバに不純物として添加し励起光源により励起し光増幅を行う構成のもので代用できる。

【0121】また、EDFAゲート、半導体光増幅器の代わりに高いオン/オフ比を有するメカスイッチ、リチウムナイオベートスイッチ、石英系スイッチなどのゲートスイッチを利用しても同等の効果が実現できる。

【0122】また、上記実施例で、障害発生場所は波長光ADM装置内の一箇所のみに記載して説明し、かつ、各波長光ADM装置内では波長毎に設けるように図示されているが、本発明による光レイヤモニタ装置は、波長光ADM装置内の全ての光伝送路、光送信器などにおい

て、一カ所のみならず数カ所で障害が発生した場合および、波長光ADM装置間の光伝送路における障害に対しても対応可能であり、従って、これら障害を識別できる一つの装置であってもよい。

【0123】また、光レイヤモニタ装置の設置位置は実施例に記載した位置に限らず適宜光分岐を用いて自由に設置し、モニタリングを行うことが可能である。

【0124】また、リングネットワークを構築する際においても自由に光レイヤモニタ装置を設置することができ、波長光ADM装置のみならず、光再生中継器にも光レイヤモニタ装置を導入し信号遮断障害発生時にはA I S-Oを発行し光レイヤの中でのセルフヒーリングが可能である。

【0125】このように、実施例を図示して説明したが、機能の分散併合によるブロック構成またはブロック配置は、上記機能を満たす限り自由であり、上記説明が本発明を限定するものではない。

【0126】

【発明の効果】本発明の第一の効果は、ノード内で任意波長の信号光を分岐挿入を可能とする波長光ADM装置を実現できることである。

【0127】その理由は、光分波器および光合波器を用い、各波長毎に設置した伝送路内において信号光の分岐挿入を行い、また光増幅器、光減衰器の利用により各波長毎の光レベル等価を実現できるからである。

【0128】第二の効果は、波長光ADM装置に搭載すべきハードウェア量を削減することができ、システムの小型化、低コスト化が期待できることである。

【0129】その理由は、SONET/SDHレイヤにおけるアラーム（LOS、LOF、LOP、BER及びA I S-L）に対応して、新規に光レイヤにおける光信号遮断障害検出信号（OLOS、OLOW、OSD及びA I S-O）を定義し直すことにより、波長光ADM装置においてはA I S処理用のハードウェアが不要になるからであり、更にA I S処理制御が不要になるため波長光ADM装置の制御が単純化できるためである。

【0130】第三の効果は、既存のSONET/SDH規格のAPSと互換性を保つことが可能なことである。

【0131】その理由は、光レイヤでOLOS、OLOW、およびOSDのうち少くとも一つの光信号遮断障害検出信号によって検出したネットワーク障害がA I S-Oに変換され、SONETレイヤに対して従来のLOSと同様に検出されるため、ライン終端器は、光レイヤにおいて検出された障害を認識して障害回復をすることが可能なためである。

【0132】第四の効果は、上記SONET/SDH規格のみならず他のフレーミングフォーマットの伝送装置と競合することなく、すなわちフレーミングフォーマット無依存で光レイヤにおける監視系、障害回復方式を既存のおよび将来のネットワークに導入することができる

ことである。その理由は、光レイヤにおけるA I S-Oを光信号の伝送遮断により下流に通知しているからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示すブロック図である。

【図2】EDFAゲートスイッチの一構成を示すブロック図である。

【図3】SONET/SDHレイヤと光レイヤとにおける光信号遮断検出信号の対応を示す説明図である。

【図4】本発明の第二の実施例を示すブロック図である。

【図5】本発明の第三の実施例を示すブロック図である。

【図6】本発明の第四の実施例を示すブロック図である。

【図7】本発明の第五の実施例を示すブロック図である。

【図8】本発明の第六の実施例を示すブロック図である。

【図9】本発明の第七の実施例を示すブロック図である。

【図10】本発明の第八の実施例を示すブロック図である。

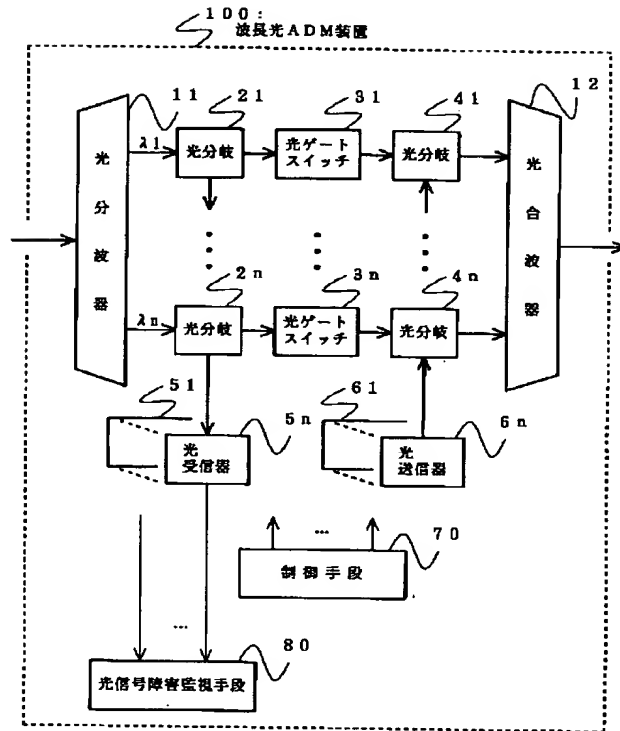
【符号の説明】

11、411、511、515 光分波器
 12、412、512、516 光合波器
 21~2n、41~4n、221~224、231~234、321~324、331~334、381~384、420、424、520、524、528、529 光分岐
 30、241~244、341~344 EDFAゲートスイッチ
 31~3n 光ゲートスイッチ
 51~5n、251~254、351~354、651 光受信器
 61~6n、261~264、361~364、564 光送信器
 70、270、370 制御手段
 80 光信号障害監視手段
 100、200、300、400、500、501、601、602 波長光ADM装置
 131 励起光源
 132 WDMカプラ
 133 EDF（エルビウムドープファイバ）
 211、311 光分合波器
 281~284 光反射ミラー
 280 サーキュレータ
 391~394 光アイソレータ
 480、484、580、584、588、589、6

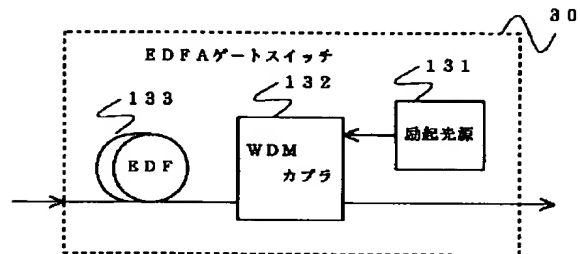
81 光レイヤモニタ装置
591、599 ノード間通信装置

600 セレクタスイッチ

【図1】



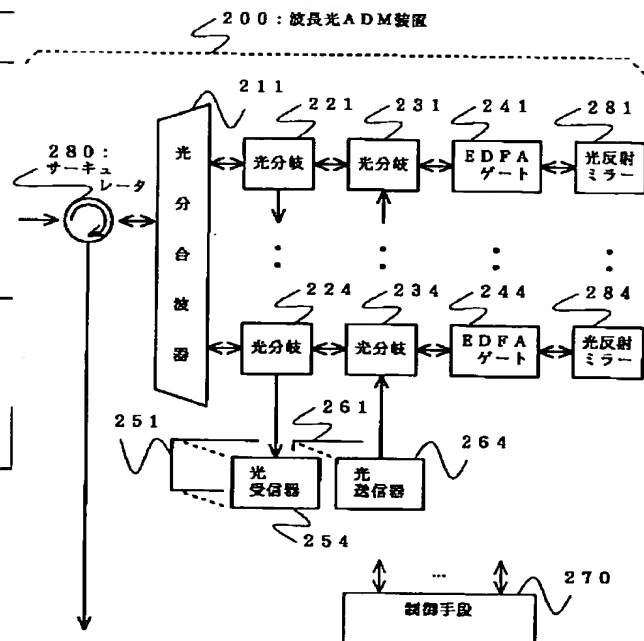
【図2】



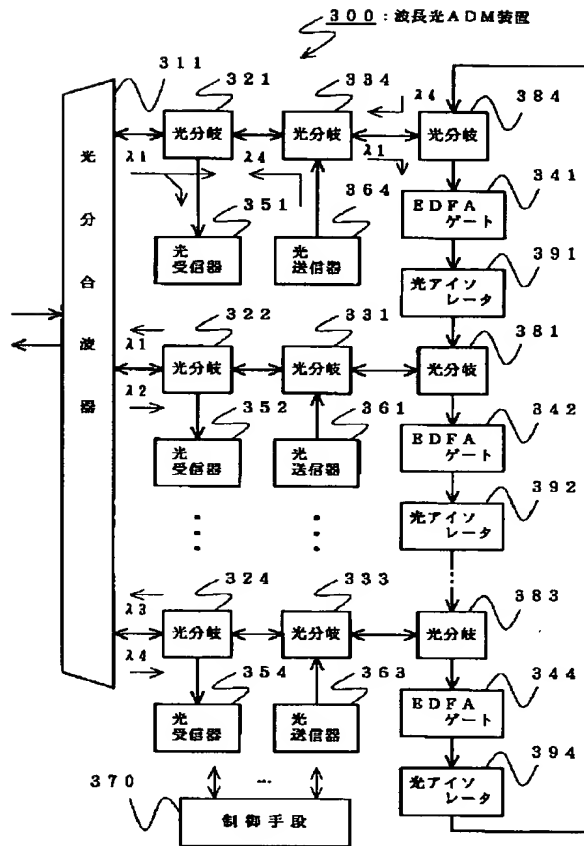
【図3】

	信号のずれ	信号強度	S/N比
光レイヤ WDM SDM	OLOW $\text{光 BPF} + \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{ase}}}$ 	OLOS $\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{ase}}} < P_{\text{th}}$ 	OSD $\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{ase}}}$
SONET レイヤ TDM	LOF, LOP 	LOS 	BER (B1, B2)

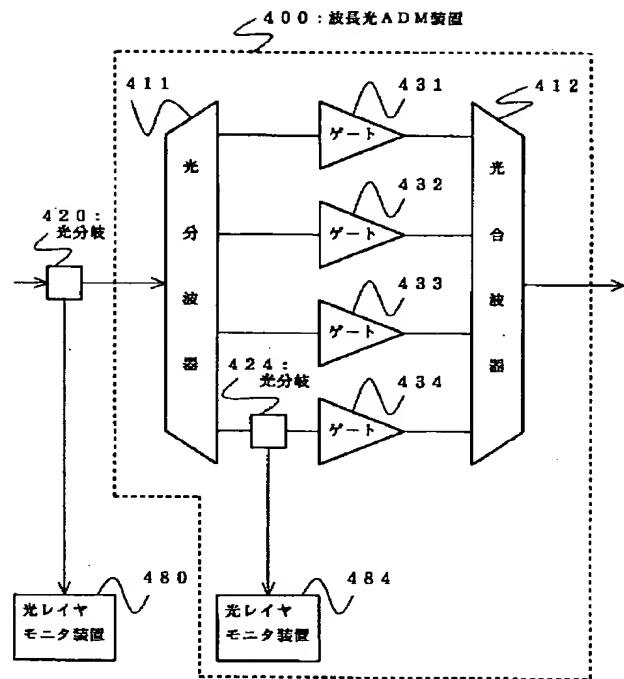
【図4】



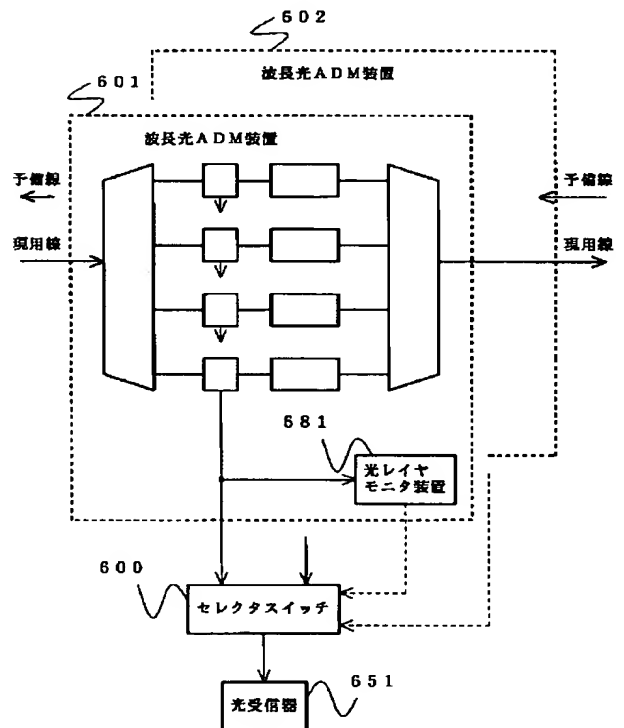
【図5】



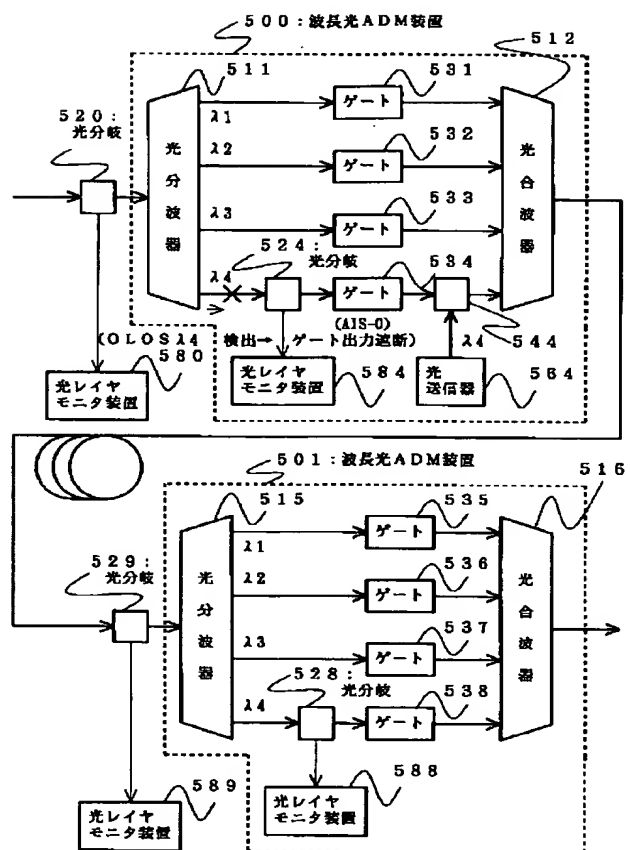
【図6】



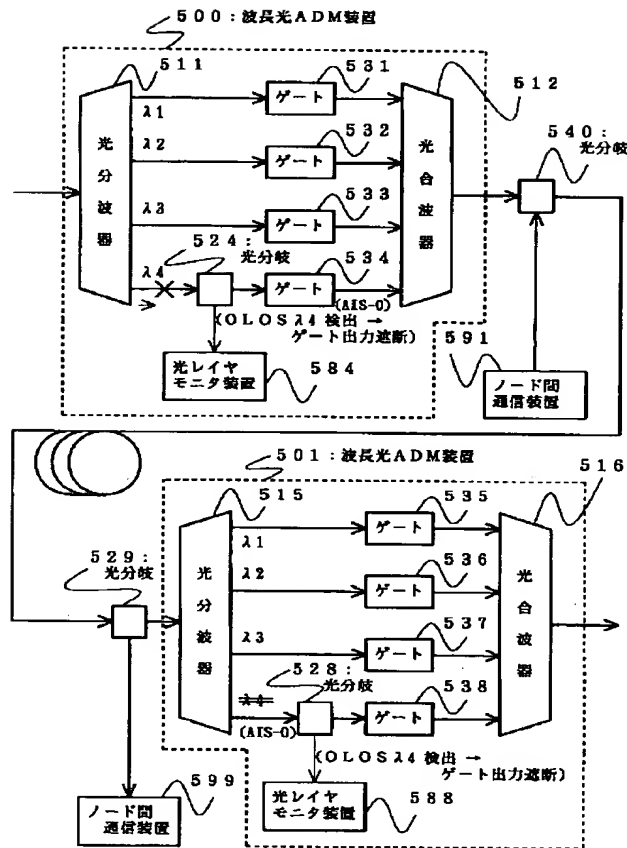
【図10】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H04B 10/02

識別記号

F I

H04B 9/00

U